

**PENYELESAIAN MASALAH *SEQUENTIAL TWO DIMENSIONAL LOADING*
CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM MENGGUNAKAN
KOMBINASI ALGORITMA *NEAREST NEIGHBOR***

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana Teknik Industri**



Asa Adiaji Sarwono

12 06 06898

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2016

HALAMAN PENGESAHAN

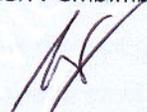
Tugas Akhir berjudul
**PENYELESAIAN MASALAH SEQUENTIAL TWO DIMENSIONAL
CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM MENGGUNAKAN
KOMBINASI ALGORITMA NEAREST NEIGHBOR**

Yang disusun oleh
Asa Adiaji Sarwono

12 06 06898

Dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 19 Juli 2016

Dosen Pembimbing 1


The Jin Ai, S.T., M.T., D.Eng.

Dosen Pembimbing 2


Slamet Setio Wigati, S.T., M.T.

Tim Penguji,

Penguji 1,


The Jin Ai, S.T., M.T., D.Eng.

Penguji 2,


Ririn Diar Astanti, S.T., M.MT., D.Eng.

Penguji 3,


Vincencius Ariyono, S.T., M.T.

Yogyakarta,

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Fakultas Teknologi Industri,

Dekan,


Dr. A Teguh Siswanto, M.Sc.

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asa Adiaji Sarwono

NPM : 12 06 06898

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul "Penyelesaian Masalah *Sequential Two Dimensional Loading Capacitated Vehicle Routing Problem* Menggunakan Kombinasi Algoritma *Nearest Neighbor*" merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2015/2016 yang bersifat original dan tidak mengandung *plagiasi* dari karya manapun.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk untuk dicabut gelar Sarjana yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta,

Yang menyatakan,



Asa Adiaji Sarwono

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Sebab di luar Aku kamu tidak dapat berbuat apa-apa.”

Yohanes 15:5b

Tugas akhir ini kupersembahkan kepada :

TUHAN YANG MAHA SEGALANYA

yang telah memberikan berbagai talenta yang tak ternilai, yang selalu mencurahkan berkatNya dan telah rela berkorban bagiku.

Papa dan Mama yang tidak hanya membesarkanku, namun juga mendewasakanku, mengajarku arti sebuah hidup yang tidak dapat dibeli dengan harta apapun, dan rela membanting tulang untuk membiayai perkuliahanku. I love you Papa & Mama ☺

Koko Vino, Timo, Cik Cici, Keanu, dan segenap keluarga yang selalu menghibur dan terus memberikan semangat di segala kondisi.

Jockvom, Andy, Stefan, Fian, Viki, Rina, Ayrein, Dewi, Grace, Tiara, Dwina, Lenny, Ruth, Ester, Hera, Galih, dan rekan-rekan kuliah yang tidak dapat disebutkan satu per satu, khususnya angkatan 2012 yang telah menjadi lebih dari sekedar teman.

Andy, Toing, Rissa, Jeje, Vallic, Vinsen, Pieter, Kublik, Bowo, Lidia, Cya, dan semua teman SMA yang selalu mendukung dengan cara yang spesial dan memberikan hiburan asoy.

Rekan-rekan konsel J.Co dan GBI Aletheia yang telah membantuku bertumbuh dalam memenuhi kebutuhan rohani selama di Jogja.

Cik Nia, Cik Ella, Kak Yoga, Kak Boni, Cik Fitria, Cik Yenny, Cik Tata, Ko Martin, Donny, Prana, Mayda, Cio, Tara, Jati, Ferry, Alvin, Paquita, rekan-rekan HMTI, kakak maupun adek angkatan, rekan-rekan basket FTI, rekan-rekan lomba dari dalam maupun luar Indonesia, rekan-rekan FIM, rekan-rekan KKN dan semua pihak yang telah membantuku berkembang menjadi pribadi yang bermanfaat.

Last, but not least :

Semoga Tugas Akhir ini bisa menjadi persembahan bagi kemajuan pendidikan di Bangsa tercinta, **Indonesia**.

“Mendidik adalah tanggung jawab orang terdidik.”

– Anies Baswedan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir ini dapat terlaksanakan dengan baik dan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan Judul “Penyelesaian Masalah *Sequential Two Dimensional Loading Capacitated Vehicle Routing Problem* Menggunakan Kombinasi Algoritma *Nearest Neighbor*” dapat terselesaikan dengan baik pula. Tujuan dari penyusunan Laporan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana Teknik Industri yang diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik berkat bimbingan, arahan, dan petunjuk dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang tulus dan sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak V. Ariyono, S.T. M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri.
3. Bapak The Jin Ai, S.T., M.T., D.Eng. dan Ibu Y. Slamet Setio Wigati, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dalam pengerjaan dan penulisan Laporan Tugas Akhir.
4. Ma'am L. Bening Parwitasukci, S.Pd., M.Hum. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan mengenai pengambilan mata kuliah dan selalu setia mendengarkan keluh kesah penulis.
5. Seluruh Dosen Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan ilmunya bagi penulis.
6. Papa, Mama, Koko Vino, Cik Cici, Timo, Keanu, dan segenap keluarga yang selalu memberi dukungan dan doa yang tak henti-hentinya dipanjatkan.
7. Seluruh rekan-rekan Program Studi angkatan 2012 dan HMTI UAJY yang membuat masa perkuliahan lebih berwarna.
8. Rekan-rekan Forum Indonesia Muda yang selalu memberikan inspirasi dan motivasi yang teramat besar kepada penulis.

Penulis berharap agar laporan ini dapat berguna bagi seluruh pembaca.

Yogyakarta, 11 Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	HAL
	Halaman Judul	i
	Halaman Pengesahan	ii
	Pernyataan Originalitas	iii
	Halaman Persembahan	iv
	Kata Pengantar	v
	Daftar Isi	vi
	Daftar Tabel	viii
	Daftar Gambar	ix
	Intisari	xi
1	Pendahuluan	
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Perumusan Masalah	6
	1.3. Tujuan Penelitian	7
	1.4. Batasan Masalah	7
2	Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	
	2.1. Penelitian Terdahulu	8
	2.2. Tinjauan Pustaka 2L-CVRP	9
	2.3. <i>Sequential Two Dimensional Loading Capacitated Vehicle Routing Problem</i>	11
	2.4. <i>Nearest Neighbor</i>	12
	2.5. Metode Heuristik untuk <i>Loading</i>	14
3	Metodologi Penelitian	
	3.1. Studi Pustaka	17
	3.2. Identifikasi Permasalahan	17
	3.3. Pengumpulan Data	18
	3.4. Pengolahan Data dan Perancangan Program	22
	3.5. Verifikasi Program	22
	3.6. Pengujian Data	22
	3.7. Analisis Hasil	23

3.8.	Penarikan Kesimpulan dan Saran	23
4	Metodologi Penelitian	
4.1.	Algoritma Penentuan Rute	24
4.2.	Algoritma <i>Loading</i> Barang	29
4.3.	Pembuatan Program	41
4.4.	Verifikasi Program	45
5	Hasil Uji Data	
5.1.	Hasil Pengujian Data	48
6	Kesimpulan dan Saran	
6.1.	Kesimpulan	57
6.2.	Saran	58
	Daftar Pustaka	59
	Lampiran	64

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Karakteristik 180 Data Set	20
Tabel 4.1.	Koordinat Sumbu X & Y serta Berat Barang untuk Depo dan Konsumen 2 & 28	46
Tabel 4.2.	Jarak antar Titik (Depo, Konsumen 2, dan Konsumen 28)	46
Tabel 5.1.	Rangkuman Hasil Uji Data Kombinasi Algoritma NN Potong Biasa dan 5 Metode Heuristik <i>Loading</i>	48
Tabel 5.2.	Rangkuman Hasil Uji Data Kombinasi Algoritma NN Potong Lompat dan 5 Metode Heuristik <i>Loading</i>	49
Tabel 5.3.	Rangkuman Hasil Uji Data untuk Penyusunan Rute	49
Tabel 5.4.	Rangkuman Hasil Uji Data untuk <i>Sequential 2L-CVRP</i>	50
Tabel 5.5.	Perbandingan Total Jarak Tempuh antara <i>Nearest Neighbor</i> dengan <i>Simulated Annealing</i>	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Contoh Rute 2L-CVRP dengan <i>Unrestricted dan Sequential Loadings</i>	4
Gambar 1.2.	Penjelasan Sumbu X & Y pada Kontainer	5
Gambar 2.1.	Contoh Rute yang Layak dan Tidak Layak untuk 2L-CVRP	11
Gambar 2.2.	Algoritma <i>Nearest Neighbor</i>	13
Gambar 3.1.	Diagram Alir Metodologi Penelitian	16
Gambar 3.2.	Contoh Data Set yang telah didapatkan	21
Gambar 4.1.	Perbedaan Pemotongan Rute Metode NN Potong Biasa & Lompat	25
Gambar 4.2.	Algoritma NN Potong Biasa	26
Gambar 4.3.	Pemotongan Rute yang disebabkan oleh Kapasitas Kontainer	27
Gambar 4.4.	Kontainer Baru yang disebabkan oleh Pemotongan Rute	27
Gambar 4.5.	Algoritma NN Potong Lompat	28
Gambar 4.6.	Kontainer A	30
Gambar 4.7.	Barang A (15×4)	31
Gambar 4.8.	Kontainer Heuristik 1	31
Gambar 4.9.	Barang B (3×12)	31
Gambar 4.10.	Algoritma <i>Bottom-Left Fill (W axis)</i>	32
Gambar 4.11.	Kontainer Heuristik 2	33
Gambar 4.12.	Algoritma <i>Bottom-Left Fill (L axis)</i>	34
Gambar 4.13.	Menghitung <i>Touching Perimeter</i> pada Heuristik 3	35
Gambar 4.14.	Kontainer Heuristik 3	35
Gambar 4.15.	Algoritma <i>Maximum Touching Perimeter</i>	36
Gambar 4.16.	Menghitung <i>Touching Perimeter</i> pada Heuristik 4	37
Gambar 4.17.	Kontainer Heuristik 4	37
Gambar 4.18.	Algoritma <i>Maximum Touching Perimeter No Walls</i>	38
Gambar 4.19.	Menghitung Area pada Heuristik 5	39
Gambar 4. 20.	Kontainer Heuristik 5	39
Gambar 4. 21.	Algoritma <i>Minimum Area</i>	40
Gambar 4. 22.	Tampilan <i>Sheet</i> Utama di Ms. Excel pada Penelitian Kasus <i>Sequential 2L-CVRP</i>	43

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 4. 23 Tampilan *Sheet* Kontainer di Ms. Excel pada Penelitian Kasus *Sequential* 2L-CVRP 44
- Gambar 4.24. Kontainer 6 dengan Rute Perjalanan 0 (depo) – 28 – 2 – 0 (depo) 47
- Gambar 4.25. Kontainer 7 dengan Rute Perjalanan 0 (depo) – 30 – 29 – 0 (depo) 47



Intisari

Vehicle Routing Problem (VRP) adalah suatu metode untuk menentukan rute optimal suatu kendaraan dalam melayani konsumen yang ada dari suatu depo. Dalam kondisi nyata, terdapat permasalahan mengenai penataan atau *loading* dan pembongkaran atau *unloading* suatu kontainer. Tipe VRP itulah yang akan penulis teliti, yaitu *Sequential Two Dimensional Loading Capacitated Vehicle Routing Problem* (*Sequential 2L-CVRP*). *Sequential 2L-CVRP* memiliki fitur tambahan berupa LIFO atau *Last In First Out*, sehingga ketika melakukan *unloading*, produk dapat diturunkan tanpa memindahkan produk lainnya. Penataan harus disesuaikan dengan urutan kunjungan kendaraan ke konsumen. Ketika kendaraan sampai pada konsumen i , maka produk konsumen i harus dapat diambil tanpa memindahkan produk konsumen non- i . Dengan kata lain, tidak boleh ada produk konsumen non- i yang berada diantara produk konsumen i dan pintu kontainer / *loading door*.

Permasalahan pada kasus ini adalah dibutuhkannya sebuah program dalam menyelesaikan kasus *Sequential 2L-CVRP* dengan menggunakan kombinasi metode *Nearest Neighbor* untuk perbaikan rute kendaraan dan 5 metode heuristik yang memerhatikan permasalahan *loading* dan *unloading*. Lima metode heuristik *loading* itu adalah *Bottom Left Fill* (BLF) oleh Chazelle (1983), *Maximum Touching Perimeter* (MTP) oleh Lodi dkk (1999) dan *Minimum Area* oleh Zachariadis dkk (2009). Dari berbagai kombinasi algoritma yang digunakan di dalam program, nantinya akan dicari kombinasi algoritma terbaik sesuai ukuran performansi yang akan ditinjau. Terdapat 3 ukuran performansi yang nantinya akan digunakan untuk mencari kombinasi algoritma terbaik, yaitu K (jumlah kontainer yang dibutuhkan), D (total jarak tempuh), dan U (utilitas kontainer). Penelitian ini menggunakan 180 data set untuk *Sequential 2L-CVRP* milik Gendreau dkk (2008).

Kesimpulan pada penelitian ini adalah bahwa pada perbandingan 10 kombinasi algoritma, jika dilihat dari ukuran performansi K (jumlah kontainer) dan U (utilitas kontainer), maka kombinasi algoritma antara metode NN potong lompat & metode heuristik 3 memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan kombinasi algoritma lainnya. Sedangkan jika dilihat dari ukuran performansi D (total jarak tempuh), kombinasi algoritma antara metode NN potong biasa & metode heuristik 3 memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan kombinasi algoritma lainnya.